

## SISTEM PENGAMANAN MOTOR LISTRIK 3 FASA PADA BERBAGAI GANGGUAN

Puger Honggowiyono  
Sujito  
Arif Nur Afandi

**Abstrak:** Tujuan penelitian ini adalah mengembangkan pengaman pada instalasi motor listrik 3 fasa dari gangguan. Jenis gangguan tangani gangguan tegangan nol, gangguan panas berlebihan, gangguan beban berlebihan dan gangguan putus salah satu pengaman lebarnya. Pengamanan dapat dilakukan secara individu kemudian bila berhasil dilanjutkan dengan pengaman sentral, yaitu pengamanan lebih dari satu motor listrik terhadap berbagai gangguan. Hasil penelitian yang berupa trainer memperlihatkan bahwa masing-masing pengaman mampu bekerja sesuai fungsinya, dan pada pengaman gabungan, rangkaian pangaman yang dirancang mampu mengamankan beberapa motor terhadap empat jenis gangguan di atas sehingga motor, instalasi motor dan operator terhindar dari bahaya akibat gangguan tersebut.

**Kata Kunci:** Pengaman, Motor, Gangguan, Trainer.

Pada umumnya pegaman instalasi motor listrik hanya menggunakan sekering atau MCB. Pengamanan dengan sekering dan MCB hanya mampu mengatasi gangguan pada arus lebih. Sedangkan pada instalasi motor listrik harus pula dilengkapi dengan pengaman dari gangguan yang lain, seperti turunnya tegangan suplai dari jaringan, panas berlebih pada motor, dan putusnya salah satu pengaman fasa dari jaringan tiga fasa.

Adapun fungsi pengaman motor untuk mencegah timbulnya gangguan, bila terjadi gangguan, setidaknya me batasi akibatnya terhadap motor, alat yang digerakkan maupun jaringan suplai serta operator motor tersebut. Cara-cara pengamanan motor yang baik adalah dengan menggunakan pengaman-pengaman sebagai berikut ini: (1) Pengaman tegangan nol, (2) Pengaman maksimum termis dan magnetik, (3) Pengaman dengan termostat, dan (4) Kontrol/pengawasan pengaman lebur.

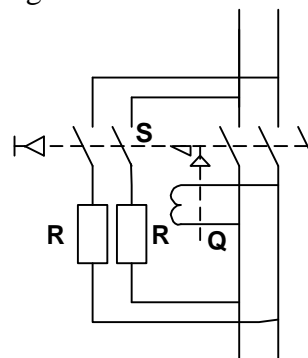
Untuk mengamankan motor dari gangguan-gangguan tersebut dapat dipakai cara-cara pengamanan yang baik seperti di bawah ini:

- Pengamanan tegangan nol

- Pengamanan maksimum termis dan magnetis
- Pengamanan dengan termostat
- Pengawasan pengaman lebur.

### Pengaman Tegangan Nol

Pengamanan tegangan nol juga penting bagi motor yang dilayani saklar bintang segitiga atau kontroller. Apabila motor berhenti karena hilangnya tegangan jaringan kemudian tegangan jaringan mendadak normal kembali, maka motor akan bekerja tanpa alat pengasut. Hal ini sangat membahayakan karena adanya arus asut yang besar dapat memutuskan pengaman-pengaman yang ada. Untuk menghindari hal tersebut, maka perlu dipasang pengaman tegangan nol.



Gambar 1. Saklar Tegangan Nol.

Pada pengaman tegangan nol dapat diaplikasikan secara sentral, hanya diguna

kan satu saklar tegangan nol bersama un-tuk seluruh instalasi atau untuk sekelom-pok motor. Saklar tegangan nol ini dapat berfungsi sebagai saklar utama. Saklar ya-ng digunakan diberi penguncian mekanis, dan baru bias dihubungkan setelah kunci-nya dibuka dengan menekan sebuah tom-bol tekan kutub dua, lihat Gambar 1. (Se-tiawan, 1992 : 128).

#### Pengaman Maksimum Termis dan Magnetis

Tujuan saklar maksimum sama dengan tujuan pengaman lebur, akan tetapi kalau terjadi pemutusan karena arus yang terlalu besar, sebuah saklar maksimum dapat segera digunakan lagi. Pemutusan saklar ini dapat dilakukan secara termis maupun elektromagnetik. Tergantung pada cara dan kecepatan pemutusan. Saklar maksimum ini dapat dibedakan menjadi:

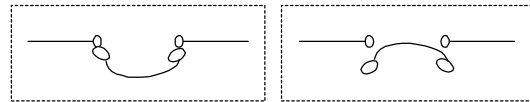
- Saklar maksimum tanpa kelambatan
- Saklar maksimum terlambat tidak tergantung pada arus
- Saklar maksimum terlambat tergantung pada arus
- Saklar maksimum terlambat tergantung terbatas.

#### Pengamanan dengan Termostat

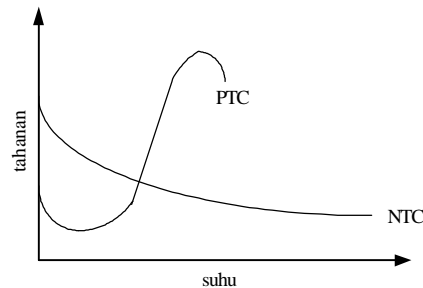
Termostat adalah pengaman motor yang berfungsi melindungi motor dari panas berlebih pada motor. Termostat peka terhadap kenaikan suhu. Termostat dapat berbentuk sebuah saklar termis yang dapat dipasang dalam kumparan motor ataupun di luar motor. Apabila suhu pada motor melebihi suhu yang ditentukan maka saklar termis ini akan memutuskan motor, Gambar 2 (Setiawan, 1992).

Karena ukuran saklar termis sangat besar, maka akan terjadi kesulitan dalam pemindahan panas yang baik dari kumparan motor ke saklar termis. Sebagai gan

ti saklar termis dapat digunakan termistor. Termistor memiliki ukuran yang sangat kecil, sehingga pemindahan panasnya dapat lebih baik dan lebih cepat. Jenis termistor ada dua macam, yaitu PTC (termistor dengan koefisien suhu positif) dan NTC (termistor dengan koefisien suhu negatif), Gambar 3 (Setiawan, 1992). Cara pengamanan dengan termistor memerlukan sebuah blok ukur. Perubahan suhu pada kumparan motor akan mempengaruhi perubahan arus pada blok ukur. Apabila suhu dari kumparan motor ini terlalu tinggi, suatu rele pemutus akan mendapat arus, sehingga kontak tukar dari relai akan memutuskan lingkaran arus dari motor, Gambar 3 (Setiawan, 1992).



Gambar 2. Saklar termis



Gambar 3. Karakteristik Termistor

#### Pengawasan (Kontrol) Pengaman Lebur

Apabila pada pengamanan motor 3 fasa terjadi suatu hubungan singkat, pengamanan lebur yang putus sering kali hanya satu saja. Hal ini akan mengakibatkan motor berjalan dengan 2 fasa. Apabila ini dibiarkan pada suatu saat motor akan menjadi panas dan menyebabkan kerusakan. Untuk mengontrol keadaan pengamanan-pengamanan lebur ini dapat digunakan suatu saklar daya kecil, Gambar 4 (Setiawan, 1992).

Apabila salah satu pengamanan lebur nya putus, saklar daya yang dihubungkan

parallel dengan saklar ini akan segera me-buka, oleh karena itu saklar tukar pada li-ngkaran arus kemudi dari saklar magnet motor akan memutuskan lingkaran arus dan sekaligus menyalakan lampu tanda bahaya.

## METODE

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan yang akan menghasilkan trainer dan modul praktikum. Pada penelitian dilakukan perancangan, pembuatan, dan pengujian terhadap kegunaan dan kinerja trainer bagi kelangsungan perkuliahan sehingga dapat diperoleh data yang bisa memberikan evaluasi data terhadap hasil penelitian. Konsep penelitian ini adalah merencanakan instalasi motor listrik (motor induksi) 3 fasa dengan daya 1 PK 50 Hz 1500 Rpm sebanyak 3 motor yang dilengkapi dengan pengaman otomatis. Pengaman yang digunakan pada instalasi motor listrik 3 fasa dalam penelitian adalah Pengaman Tegangan Nol, Pengaman Beban Lebih (*over load*), Pengaman Panas Lebih (*over heat*), dan Pengawasan Pengaman Lebur.

Pelaksanaan penelitian dibagi dalam beberapa tahapan urutan langkah kerja, tahapan tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut:

- a. Tahapan survei, tahapan ini dilakukan survei pasar dan daya listrik laboratorium teknik elektro dengan tujuan memperoleh gambaran yang pasti tentang kondisi laboratorium dan pasar untuk menyesuaikan motor listrik dan peralatan pengaman serta sarana pendukung lainnya yang ada di pasaran agar tidak timbul kendala yang serius dalam pelaksanaan dan uji coba trainer hasil penelitian.
- b. Tahapan perancangan, pengadaan peralatan dan pengujian. Tahap ini

dilakukan perancangan dan pengadaan peralatan serta pengujian untuk masing-masing peralatan pengaman yang dipasang pada motor listrik 3 fasa.

- c. Tahapan perancangan, pengujian pengaman sentral. Tahap ini dilakukan perancangan dan untuk mengetahui kinerja pengamanan sentral untuk jenis gangguan.
- d. Tahapan perancangan dan pembuatan Trainer. Setelah dilakukan pengadaan peralatan dan pengujian, maka dilakukan perancangan dan pembuatan trainer yang akan dihasilkan.

## HASIL

Setelah dilakukan perancangan dan pembuatan trainer pengaman motor listrik 3 fasa, maka dilakukan pengujian alat. Tujuan pengujian ini untuk mengetahui efektivitas alat yang dibuat. Pada pengujian tegangan nol, panas lebih (*over heat*), beban lebih (*over load*), kontrol pengaman lebur, dan pengaman sentral diperoleh data yang diperlihatkan pada Tabel 1, 2, 3, dan 4.

**Tabel 1.** Tabulasi Data Hasil Pengujian Pengaman Tegangan Nol

Tegangan	V	V	V
	I	I	I
Arus	220	0	220
	4,8	0	0
Motor 1	on	off	off
Motor 2	on	off	off
Motor 3	on	off	off

## PEMBAHASAN

### Analisa Data Hasil Pengujian Pengaman Tegangan Nol

Data yang ada pada Tabel 1 kolom 1, bisa dianalisis bahwa pada saat distart semua motor beroperasi normal pada tegangan 220 volt dan arus 4.8 ampere. Dari data kolom 2 Tabel data 1, tegangan maupun arus drop menjadi nol oleh sebab itu

semua motor dalam keadaan stop. Dari kolom 3 Tabel 1, mendadak tegangan ada sebesar 220 volt, namun arus tetap nol artinya motor tetap pada kondisi stop. Hal yang demikian ini menunjukkan bahwa pengaman tegangan nol bekerja dengan baik karena mampu memutuskan penguncian terhadap tombol start. Agar motor beroperasi lagi seperti semula harus distart kembali.

**Tabel 2.** Tabulasi Data Hasil Pengujian Pengaman Panas Lebih

Kondisi motor	$^{\circ}\text{C}$	V	$^{\circ}\text{C}$	V
		I		I
	40 $^{\circ}$	220 5,8	50 $^{\circ}$	220 7
Motor 1	off		off	
Motor 2	off		off	
Motor 3	off		off	

**Tabel 3.** Tabulasi Data Hasil Pengujian Pengaman Beban Lebih (*over load*)

Kondisi	V	I <sub>0</sub>
	220	
	2,1	
Motor 1, 2, 3	stop	

#### Analisa Data Hasil Pengujian Pengaman Panas Lebih

Data pengujian yang disajikan pada Tabel 2 dapat dianalisis bahwa kerja dari pengaman termis sangat bagus. Tabel 2 menggambarkan hasil pengujian dari pengaman panas lebih yang diset pada keadaan suhu 40 $^{\circ}\text{C}$  dan 50 $^{\circ}\text{C}$ . Ternyata pada seting kedua suhu tersebut pengaman panas lebih mampu bekerja dengan sangat efektif sehingga motor 1, motor 2 dan motor 3 langsung stop. Sebenarnya masih bisa diset pada suhu yang lebih tinggi lagi dan disesuaikan dengan kemampuan isolasi kumparan motor agar motor tidak berulang-ulang trip karna batas kemampuan suhu terlalu cepat dicapai.

#### Analisa Data Hasil Pengujian Pengaman Beban Lebih

Data Tabel 3 menggambarkan bahwa begitu arus naik melebihi arus nominal, maka pengaman beban lebih langsung bekerja memutuskan rangkaian. Berarti pengaman bekerja dengan baik untuk menanggulangi beban lebih. Motor nomor berapapun yang mengalami panas lebih maka pengaman beban lebih langsung memproteknnya

#### Analisis Data Hasil Pengujian Kontrol Pengaman Lebur

Data Tabel 4 mengindikasikan bahwa kerja dari kontrol pengaman lebur baik sekali, sebab kalau ada salah satu pengaman lebur yang putus, baik pengaman lebur fasa R, pengaman lebur fasa S dan pengaman lebur fasa T semua motor dalam kondisi stop. Tampak pada tabel bahwa apabila pengaman lebur yang putus tadi di on kan tetap saja motor tidak mau beroperasi, hal ini dikarenakan pengaman tegangan nol sanggup mengunci kondisi terputusnya rangkaian sebagai akibat pengamanan yang dilakukan oleh kontrol pengaman lebur. Kalau pengaman lebur sudah diperbaiki dan seluruh rangkaian dalam kondisi siap operasi kembali, maka untuk mengoperasikan motor tersebut harus dilakukan start ulang.

#### Analisa Data Hasil Pengujian Pengaman Sentral

Pada hasil pengujian pengaman sentral diperoleh kesimpulan bahwa rangkaian pengaman sentral yang menggabungkan alat-alat pengaman menjadi satu telah mampu melakukan pengamanan terhadap gangguan jenis apapun yang terjadi pada motor nomor berapapun sehingga dengan cepat memutuskan rangkaian ke seluruh motor. Hal ini berarti bahwa pengaman sentral telah bekerja dengan baik sekali.

## KESIMPULAN

Berdasarkan pengujian dan analisa data dari kinerja trainer pengaman motor listrik 3 fasa baik secara individu maupun secara sentral tidak menjumpai hambatan yang berarti dan dapat dikatakan tidak ada hambatan sehingga bisa dinyatakan ber-hasil dengan memuaskan. Pengujian tam bahan dalam menjalankan motor secara lagsung, star-delta, maupun putar kanan dan kiri juga dapat berjalan dengan aku-rat.

Secara keseluruhan trainer pengaman motor listrik 3 fasa ini tepat sekali sebagai modul pelatihan bagi mahasiswa maupun siswa sekolah teknik jurusan elek

tro dan sistem pengamannya bisa diterapkan pada dunia industri maupun usaha.

## DAFTAR RUJUKAN

- Badan Standarisasi Nasional. 2000. *Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2000*. Jakarta: Yayasan PUIL.
- Baslim, Abbas. 1995. *Instalasi Tenaga Listrik*. Jakarta: H.Stam
- Harten, P.Van dan E.Setiawan. 1992. *Instalasi Listrik Arus Kuat 3*. Jakarta: Bina Cipta.
- Suwarjo, S. 1978. *Informasi Kelistrikan untuk Penerangan-Tenaga Jaringan*. Surabaya: Bina Ilmu Offside.

Tabel 4. Tabulasi Data Hasil Pengujian Kontrol Pengaman Lebur

Kondisi	Fuse R		Start	Fuse S		Start	Fuse T		Start
	off	on	on	off	on	on	off	on	on
Motor 1	off	off	on	off	off	on	off	off	on
Motor 2	off	off	on	off	off	on	off	off	on
Motor 3	off	off	on	off	off	on	off	off	on